

複導体送電線周囲の電位傾度に関する研究

武藤 三郎 津田 一男 渡辺 高宏 (名工大) 中住 健二郎 (大同工高)

STUDY OF THE POTENTIAL GRADIENTS ABOUT GROUPED CONDUCTOR TRANSMISSION LINE.

S. MUTO, K. TSUDA, T. WATANABE, K. NAKASUMI

Grouped conductors, two or more parallel conductors per phase, have properties which allow their use in a-c power transmission at higher voltage, including, lower surface voltage gradient directly contributing in lower corona losses, lower inductive reactance, higher capacitive susceptance.

We obtained equipotential lines by electrolytic field mapping in a vessel, 70cm dia, about the two dimensional model of the grouped 2, 3, 4 conductors.

To determine by experimental method the effect of degree grouped conductor on the conductor surface voltage gradients is an aim of this paper.

The other, determining the most profitable forms of the spacers on the grouped conductor.

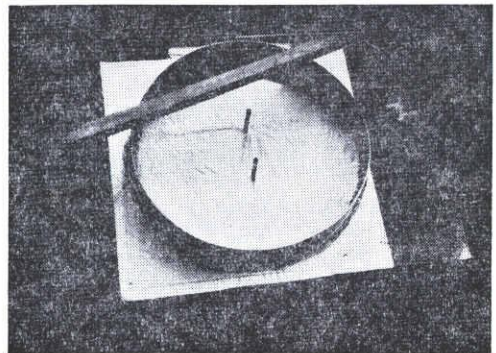
1. 緒言

超高圧送電線に於ける複導体方式の研究として特にコロナ臨界電圧並びにコロナ損を理論的計算によつて求めんとする試みは Whitehead⁽¹⁾, Peek⁽²⁾ 等の先駆者に引続き E. Clarke⁽³⁾ H. Poritsky⁽⁴⁾, S. B. Crary⁽⁵⁾, 又更に後程 I. Temoshok⁽⁶⁾ 等によつて多くて努力が払はれて来た。我国に於いても佐藤博士⁽⁷⁾の研究及び平野, 磯部⁽⁸⁾両氏のコロナ損計算式等に発展した。筆者等はこれとは別に2次元模型によるFieldmapping法により複導体近傍の等電位面を求めてみた。更に種々の形状を有する複導体スペーサーについてこれを近似的に2次元模型と考えて取扱いその形状の優劣を比較してみた。又複導体に於いては両導体の内側面が遮蔽されるためこの部分に存在する導体表面の凹凸が静電界を乱す程度は僅であり、一方外側部に存在する僅かな凹凸も電位傾度に大きく影響する事が予想されている。field mapping法によつてこれ等の事実を一層明確にして更に複導体方式が悪天候特に降雨雪中に於いてもコロナ損増加の割合が比較的小さいと云う実験結果の原因を探究せんと試みた。

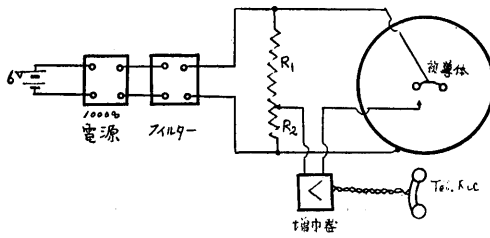
2. 実験装置

第1図は本実験に使用した電解槽並びに測定装置を

示す。直径70cm, 深さ10cmの真鍮製リングをガラス板上に据え周囲のガラス板との空隙をビッチで充填して漏水を止め電解槽としている。槽の中心部に電界を求めんとする複導体と全く同一の幾何学的配置をなす如く「カーボン」又は銅棒等で2次元模型を作り床ガラス面上に「セメダイン」にて固定する。槽内各点の座槽はガラス板の下に方眼紙を置き槽の上面より電解液を透して座標点が読み得る様にした。探針は0.2mm径の銅棒を用いている。第2図に示す如く bridgeの平衡は R_1, R_2 (0~10KΩ まで可変ダイアル) なる



第1図 実験装置, 外観



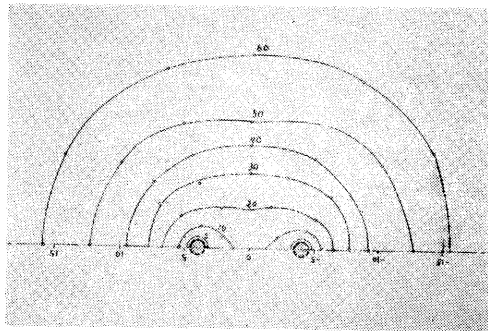
第2図 測定回路

2 個の抵抗器と増巾器（約 60db）を経て受話器で行う。bridge の電源は音叉発振器と濾波器で 1000 \sim 正弦波を発生使用している。

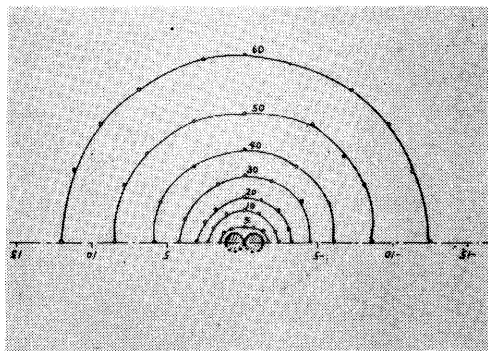
3. 各種導体配置に於る等電位面

3-(a) 2 導体方式の場合

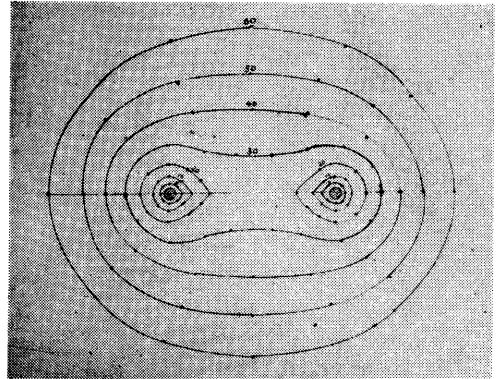
複導体送電方式として最も一般的な 2 導体方式（1 相当の導体数が 2 本）に就き両導体の間隔 D を導体の直径 d にて除した値 $D/d=6$ の場合に就き field mapping 法で導体周囲を探り 電位を等しくする点を結べば第 3 図の如き等電位面が得られる。等電位面の目盛は外部電極（直径 70cm リング）と導体模型間の電位差を 100% として導体側より 5%, 10%, 15% 等の電位差を有する等電位面をそれぞれ 5%, 10%, 15% の line としている。第 4 図は第 3 図と異なり 2 導



第3図 2導体等位面 ($D/d=6$)



第4図 2導体等電位面 ($D/d=1$)

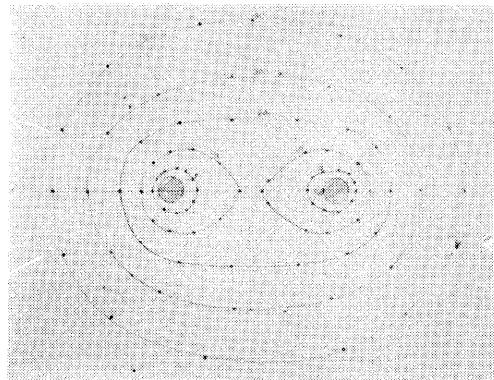


第5図 2導体等電位面 ($D/d=12$)

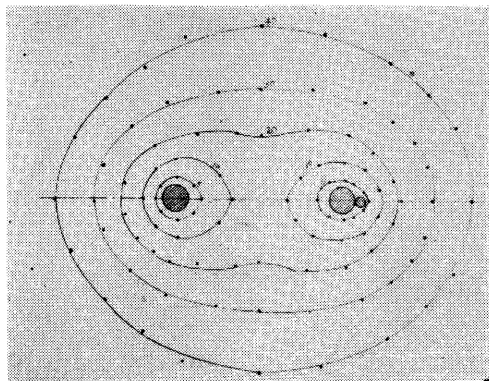
体の間隔が最も接近した $D/d=1$ となつた場合の等電位面, 第 5 図は 2 導体を相当程度離れた $D/d=12$ の場合の等電位面を field mapping 法により求めた結果である。これをみれば第 3 図に比し第 4 図, 第 5 図共に静电遮蔽効果は減じて来る事が明瞭である。

3-(b) 2 導体表面の凸起が等位面に及ぼす効果

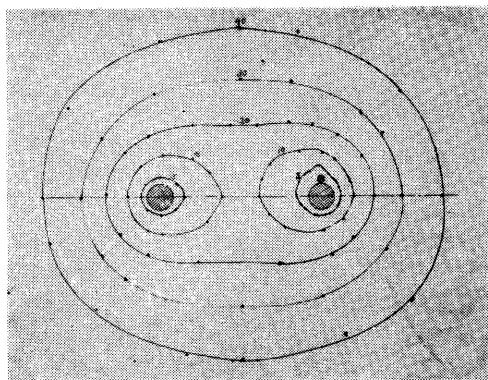
(a) に述べた第 3 図の $D/d=6$ に就いて導体表面に特定の凸起を附しこの部分が導体周囲の廻転角位置を變ずるに従つて等電位面の乱れを生ずる程度を比較してみると第 6, 7, 8 図の 3 つの代表例に明らかな如く同一の凸起も第 6 図に於いては凸起のない第 3 図に比し等電位面の分布に僅かの差異を認めるに過ぎないが第 7 図の如く外側部に附着した水滴は非常に電位傾度を大ならしめてゐる。第 8 図は第 6 図と第 7 図の中間の状態を呈している。この様な遮蔽効果に於いて複導体の特別な効果は雨天, 氷雪等に於いてそれらが導体表面に附着した場合に単導体の如く全く附着位置による相違を生じないものとは異なり結果として単導体に於ける程コロナ損増加を来たさないものと考えられ



第6図 2 導体表面の凸起による等電位面の歪 (凸起内側 $D/d=6$)



第7図 2 導体表面の凸起による等電位面の歪
(凸起上部 $D/d=6$)



第8図 2 導体表面の凸起による等電位面の歪
(凸起外側 $D/d=6$)

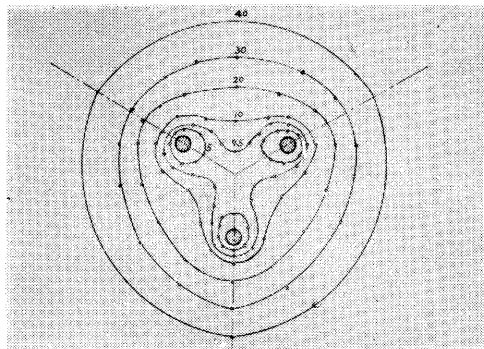
る。複導体表面附近に於いて導体表面に沿う方向に電位傾斜を有する事は静電気力として水粒に働き内側面に附着した水粒がコロナ臨界電圧近くでは最外側面に押し出される事実は筆者等が顕微鏡によつて複導体直流コロナ特性を⁹⁾ 研究した際に観測している。

3-(c) 3 導体及び4 導体方式 (多導体方式) に於ける導体周辺の等電位面

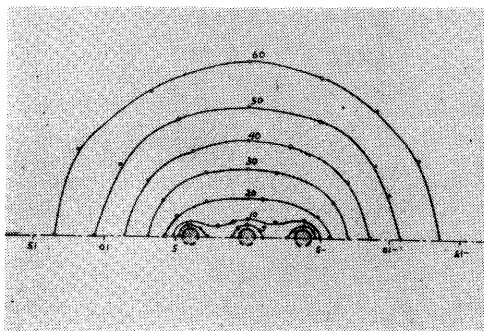
3導体配置として普通に採用されているのは逆正3角形配置である。この場合も前述と同様 field mapping 法によりその周囲電界を求め得る。これと比較のため 3本の導体を直線状に配列した場合も求めてみた。第9図は前者であつて第10図は後者を示している。勿論遮蔽効果の点からみれば逆正3角形配置が直線状配列に優る。

4導体方式としては正4角形配置について第11図の如き結果を得た。3導体方式はソ聯¹⁰⁾ スエーデン¹¹⁾ 等で実用化されつつあり、又4導体方式は独乙の Doss-wold 400KV 試験送電線に採用されているが何れ

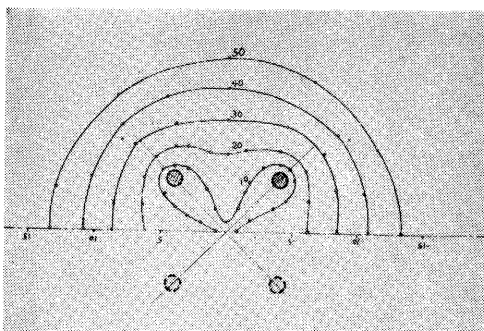
もコロナ損等の面より秀れた送電方式として試みられたのであるがその等電位面を計算によつて求める事は Temoshok¹¹⁾ によつて行なはれているが簡単な実験的方法によつて求め得る処に本方法の意義があると考へている。



第9図 3 導体に於ける等電位面
(正3角形配置)



第10図 3 導体に於ける等電位面
(直線状配置)



第11図 4 導体に於ける等電位面
(正方形配置)

4. 複導体送電線スベサー形状の比較

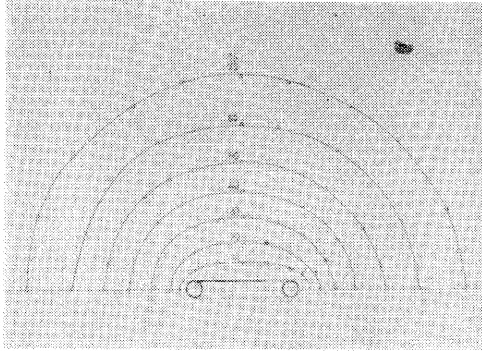
4-(a) 2 導体方式の場合

2 導体送電線のスベサーは種々の形状、方式が考案

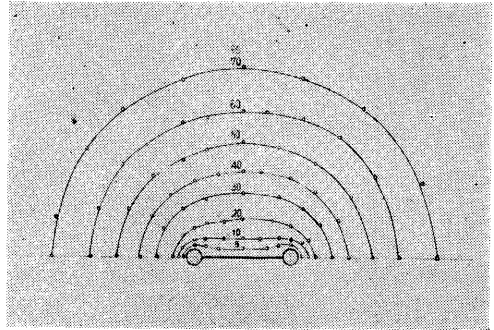
されている。スエーデン式、リング式、直線式、パネ式等がその代表的なものがある。ここではスペーサーを含む複導体を近似的に2次元模型と考えた場合にその形

状の優劣を比較するために極端な形状のスペーサー4種を比較してみた。この結果よりみれば第12図の如き直線式スペーサーが最も無難である。

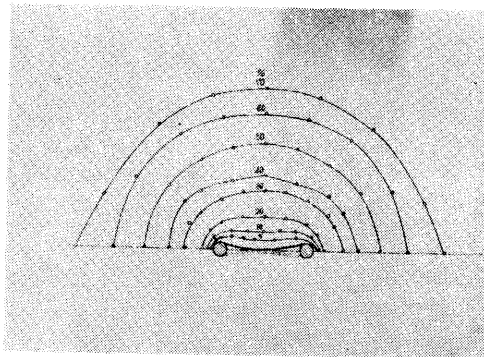
2 導体各種形状スペーサー比較



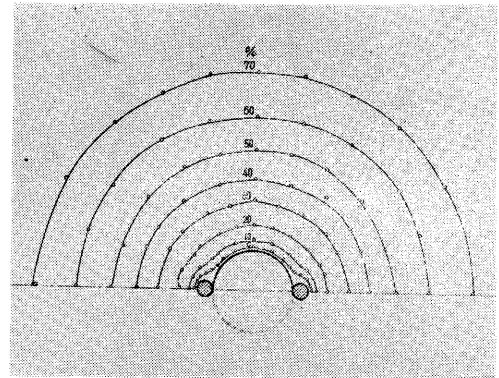
第 12 図



第 13 図



第 14 図



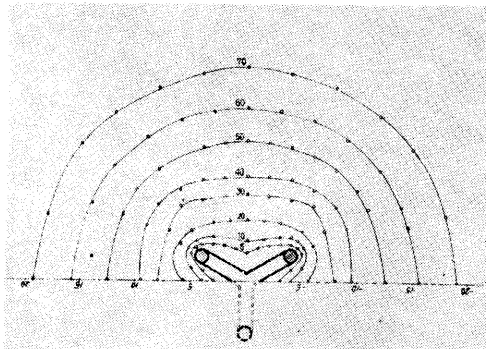
第 15 図

4-(b) 3 導体方式の場合

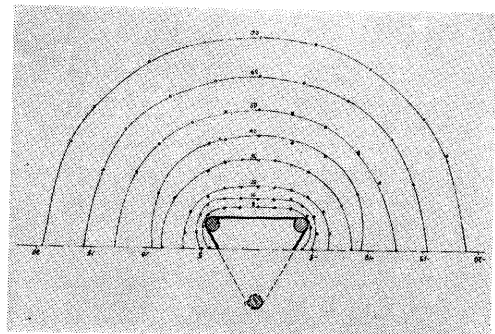
3 導体方式として普通にみられる正3角形配置送電線のスペーサーとして3種につき同様2次元模型に依る比較を試みた結果は第 16, 17, 18 図の如くである。

これをみれば第17図の如き△型が最も無難であるが Sticking 現象（同相間導体が大なる故障電流、又は外的の原因等で衝突する現象）に対する機械的強度等の面からは16図の如きものが適当している。

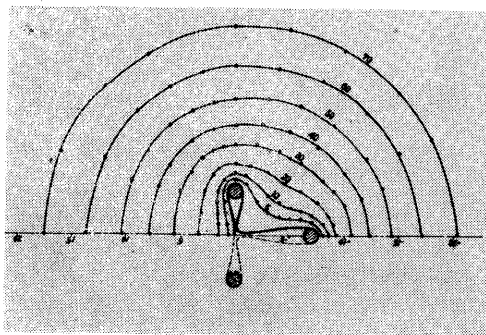
3 導体各種形状スペーサー比較



第 16 図

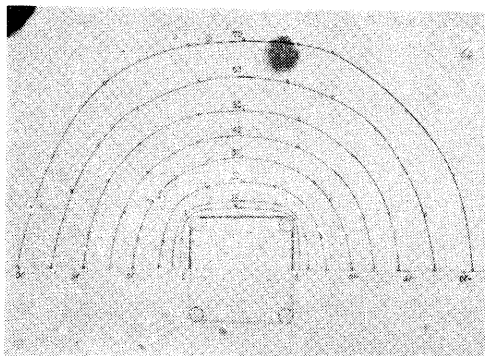


第 17 図

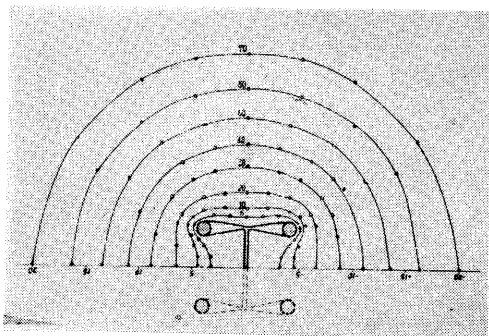


第 18 図

4 導体各種形状スペーサー比較



第 19 図



第 21 図

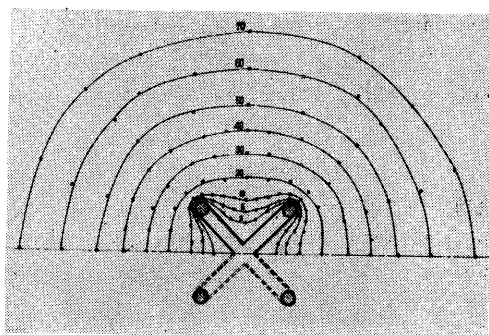
複雑である。上述の電解槽による field mapping 法に依つて比較的簡単にその目的を達する事が出来た。この様な手段は複導体送電方式に於けるスペーサーの形状、遮蔽リング、その他取付金具の形、碍子と相対位置等を決定する上に役立つものと考えられる。又架空地線がある場合にその幾何学的配置等を定める場合にも応用し得るものであつてこれは 3 心ケーブル (3 相用) 内の電位傾度を各位相ごとに求め得る⁽¹³⁾方法と

4-(c) 4 導体方式の場合

4 導体正方形配置に於けるスペーサーとして代表的な 3 つの形状を異にするスペーサーに就き 2 次元模型による等電位面を比較してみると第 19 図、21 図の如くである。3 導体の場合と同様第 19 図の如きものが最も望ましいのであるが力学的には第 20 図の如き形状の方が良い。両者を組合せた如き形状のものも考えられる。

5. 結 論

複導体の表面並に近傍に於ける電位傾度は Temoshok 等により理論的計算が行なはれているが非常に



第 20 図

全く同一に取扱えば良い。以上の研究に際しては酒井兼夫、堀忠雄、三島進等の諸君の協力に負う処が多い事を記して謝意を表す。

文 献

- (1) T. B. Whitehead; US Patent 1078711 (1910)
- (2) F. W. Peek; *Diel. Phenom. in H. V. E.* 71~73 (1915)
- (3) E. Clarke; *Trans. A. I. E. E.* 51 809 (1932)
- (4) H. Poritsky; *Trans. A. I. E. E.* 51 821 (1932)
- (5) S. B. Crary; *Trans. A. I. E. E.* 51 822 (1932)
- (6) T. Temoshok; *A. I. E. E. Tech.* 48 285 (1948)
- (7) 佐藤, 中川, 浅田; *電学誌* 860 (昭13-10)
- (8) 平野, 磯部; *電工論* 485 (昭27)
- (9) 武藤, 中住; *電学協東海支部連大* (昭29.11)
- (10) 田 中; *電学誌* 74 1106 (昭29)技術綜説
- (11) A. K. E. Rusk & B. OG Rathman; *E. E.* 69 153 (1950)
- (12) *E. T. Z.* 74 Heft 4 (1953); 73 Heft 20 (1952)
- (13) 馬場重徳; *電力ケーブル技術* (訳) P. 250